

试论安徽巢县五通组沉积相

赵 澈 林*

(华东石油学院)

分布于巢县北部地区的五通组，其大套成熟度很高的石英岩系，发育的楔状、槽状以及特征的纹层状交错层理，普见的对称浪成波痕和浪成干涉波痕，丰富的垂直和倾斜的虫管构造等沉积特征，均显示其不属于陆相沉积，而是海相沉积，具海岸模式的层序和特点。

五通组的时代归属几经变更，后因在南京附近的龙潭，靠近五通组顶部的黑色页岩中采到植物化石和鱼类化石，而定为晚泥盆世。安徽巢县地区的五通组与南京剖面有相似之处，也仅在上部采到过植物化石亚鳞木、薄皮木和拟鳞木等，加之其中发育“斜层理”，多习惯将其定为河流相或河湖相。经反复观察，其沉积特征，均显示其不属陆相沉积，而具更多的海相性特征，特撰此文，以作切磋。

一、地层概况

巢县北部凤凰山一带五通组出露良好，地层连续。构造南翼所测剖面共30层，总厚177.8m(图1, 2)。



图1 剖面位置图

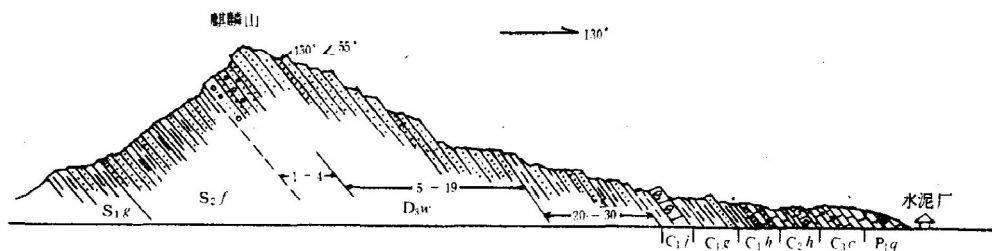


图2 地层横剖面图

S_{1g}—高家边组, S_{2f}—坟头组, D_{3w}—五通组, C_{1j}—金陵组, C_{1g}—高丽山组, C_{1h}—和州组,
C_{2h}—黄龙组, C_{3c}—船山组, P_{1q}—栖霞组

本文1987年4月10日收到。

* 参加野外研究工作的还有钱基。

五通组下伏中志留统坟头组, 以黄绿色厚-块状粉-细砂岩为主, 夹粉砂质泥岩及泥岩, 泥、页岩中富含三叶虫及腕足类化石, 为海相地层, 厚约 300 m, 组成背斜核部; 上覆为下石炭统金陵组, 底为铁质砂页岩, 主要由深灰色厚-块状泥晶生物碎屑灰岩组成, 富含珊瑚、腕足及棘屑化石, 厚约 6 m (凤凰山背斜南翼), 故五通组上、下均为海相地层所限。

根据岩性特征, 五通组自下而上可划分为三个岩性段 (图 3)。底部 (1—4 层) 单成分砂砾岩段, 以磨圆度较好的石英岩及燧石质砾石为特征, 砾石略显优选方位, 砂层有时隐见单向水流方向为主的斜层理; 中部 (5—19 层) 为纯净石英砂岩段, 主要由分选较好的中-细粒石英组成, 硅质-铁质胶结, 交错层理、浪成波痕、生物潜穴发育; 上部 (20—30 层) 石英砂岩夹粘土岩段。主要由粉-细砂岩组成, 铁质胶结为主, 夹白色粘土岩及黑色页岩, 近顶部出现铁矿层; 黑色页岩中富含碳质, 产植物化石。

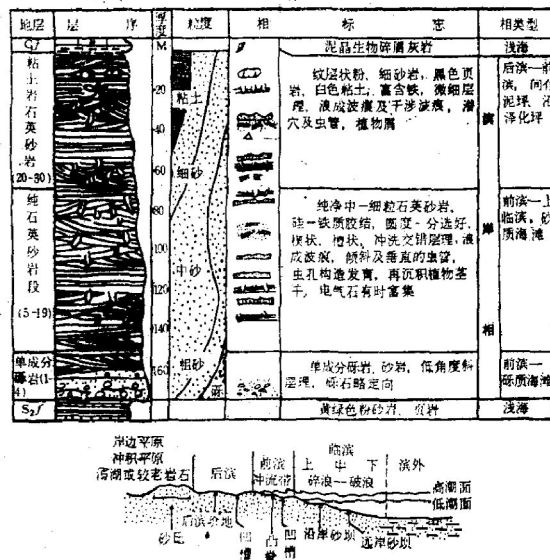


图 3 五通组的相层序及相模式

二、沉积特征

归纳起来, 五通组具如下五方面特征:

1. 高成分成熟度及高结构成熟度

五通组厚约 180 m, 主要为中-细粒石英砂岩和少量粗砂岩和砾状砂岩。分选及圆度普遍良好, 一部分砂岩甚至由分选极佳的浑圆状石英颗粒组成, 其磨圆程度有时酷似鲕粒 (图版 I-4)。有的石英颗粒仍有残留的次生加大边, 为多轮回石英, 这种砂层十分稳定, 可作为两翼对比的标志层。层理的显现主要由硅质和铁质胶结物间互出现所致 (图版 I-2, 3, 4 及图版 II-3)。镜下统计中-细砂岩中的碎屑成分 80% 由石英组成, 其次是硅岩岩屑。在一部分细粒石英砂岩中还可可见重矿物富集现象, 含量可达 2—3%, 主要是黑色电气石, 反映来自花岗岩母岩成分。一般说, 分选好的中-细粒砂岩中重矿物较集中是风成环境或海滩环境的重要标志。

2. 富硅富铁贫泥

陆相沉积由于近物源、多物源、搬运短、受事件性地质作用影响多, 因此, 易形成分选差、成熟度低、富含粘土杂基的岩屑杂砂岩或长石杂砂岩类。即使形成一些石英砂岩, 也常常是粘土杂基含量偏高, 如北京西山上二叠统的红庙岭组。

五通组的石英砂岩主要为硅质 (玉髓或石英) 和铁质 (赤铁矿) 胶结。硅质胶结时常显次生加大现象, 形成所谓石英岩状砂岩、或沉积石英岩、或正石英岩。这在古生代

或古生代以前的海相砂岩中屡见不鲜,分布在鄂西一带的中泥盆统云台观组石英砂岩,就是十分典型的沉积石英岩类。五通组中赤铁矿胶结的石英砂岩交代现象明显,其特征十分类似北方上元古界长城系串岭沟组中的铁质石英砂岩,形成于海岸较曲折的半封闭海湾环境。五通组上部富含赤铁矿,甚至成为铁矿层,与河北宣化庞家堡一带的宣龙式铁矿的沉积环境是相似的,宣龙铁矿层中的石英砂岩也有硅质、铁质同时呈胶结物出现的现象。

3. 发育的冲洗交错层理

层理类型的正确判定,对划相起着至关重要的作用,不同形态层理起因于不同的水动力条件,所以在相分析中正确观察与描述层理类型、收集各项参数具有十分重要的意义。

五通组剖面测量中,对其作了反复观察和描述,尤其对同一单层中的层理,经在不同方向观察,除底部砾状砂岩或粗-中粒砂岩中见有所谓单向水流斜层理外(图版 I-2),大部分具有冲洗交错层理(fluid cross-bedding)特点,与之共生的是槽状交错层理(图版 I-3,4)。哈姆斯(Harms, 1975)^[1]对冲洗层理有较好地解释及描述,五通组中-细粒砂岩中大部分交错层理符合他所描述的特征。如图版 I-3 所示,其特征是:细层平直、平行,由粒度或胶结物不同而显现,层系之间呈低角度相交,有时也表现一侧稍陡、一侧稍缓(图版 I-2)。如果只注意倾斜较陡的斜层系,就会误为单向水流斜层理,其实它还有另外一组细层是朝相反方向倾斜的,只是角度缓些。

对冲洗层理成因及其环境意义,早就有过描述(Thompson, 1937; McKee, 1957)^[2],它是平坦海滩环境、往复水流作用下,均匀的向陆或向海方向加积而成的层理类型,每个纹层平行于海岸方向延续达几十米远,垂直海岸方向可延伸 10 m。纹层均有其特殊的分选性,甚至出现重矿物富集的纹层。有时表现为粒度愈粗倾角愈陡。一般都认为向陆一侧倾斜的纹层粗些、陡些,向海一侧倾斜的纹层细些、缓些。其实这就是前滨(fore-shore),或潮间带(intertidal zone)沿岸砂坝的沉积特点,向海一侧平缓(4-6°)、回流水流弱,加积成低角度细粒纹层;向陆一侧较陡(10-15°)、进流水流强,加积成角度较陡粒度较粗的纹层。因此,间或伴生有板状或槽状交错层理(图版 I-3,4)是正常组合现象。作者带着这一观察结果,考察了渤海和黄海部分砂质海岸,给人以最深刻印象的是山东日照石臼所港附近的万平口泻湖现代沿岸砂坝(或障壁砂坝)中一下部的中-细海滩砂层中所显现的现代冲洗层理,与哈姆斯等人^[1,2]所描述的及五通组中所见的冲洗层理十分相似。

五通组中还见有波状和波状交错层理,顶部发育有水平层理,反映微弱水流或低能环境。

4. 普见浪成波痕及干涉波痕

波痕反映床形(bed form),即水底砂质沉积物迁移时的状态,是研究层理的形成作用必不可少的资料,其本身特征也反映水流状态及水动力强度。

五通组砂层自底向上普见波痕构造,经统计 9、11、12、14、15、16、23、24、26 等层的波痕,其形态具有明显分带性。5—10 层纯净石英砂岩段主要是峰尖谷圆的对称波痕(图版 I-5),波痕指数大多数在 5—15 之间,不对称指数(RSI)在 1—1.2 之间。

根据赖内克 (Reineck, 1973, 1980) [2] 资料, 浪成对称波痕的波痕指数一般是 4—13, 多数为 6—7, 细砂中的波痕指数要比粗砂中的大, 碎浪带内的细砂层的波痕指数可以非常大, 所以 5—19 层以前滨—临滨过渡环境为主。另外, 在这段中粒砂岩的层面上, 有时也出现两组不同角度相交的干涉性波痕, 也反映是进流、退流、沿岸流、裂流等多变水流的前滨环境。总之, 两种基本类型波痕均反映 5—19 层为海岸或滨岸的海滩环境, 属潮汐波浪作用较强的前滨和临滨过渡带沉积环境。而 20—30 层粉—细砂岩中以波状及波状交错层理为主, 间夹有粘土层和黑色碳质页岩, 反映前滨至后滨过渡环境, 水动力条件较弱的泥或砂泥混合的潮坪环境, 有时变为岸后沼泽或沼泽化泻湖环境。5—19 层砂岩层中的再沉积植物茎、干化石, 系来自岸后的冲刷—再沉积产物 (图版 I-1, 2)。霍华德 (1972) 认为, 砂岩中含植物屑和煤屑是滨线推进的标志。

5. 丰富的虫管及虫孔构造

潘江等 (1978, 1979) [3] 曾客观的指出“实际上, 在五通组的中一下部 100 多米的石英砂岩中并未采到过化石”, 因此, 仅用化石去判定五通组石英砂岩段是海相抑或陆相是困难的, 但近 10 年来痕迹化石学的发展, 有限地弥补了这一缺陷。五通组砂岩岩层的风化面上, 因差异风化可见大小不一、颇为密集的生物潜穴痕迹 (图版 I-6, 7, 8), 可明显地见到潜穴的衬里或筑壁构造 (图版 I-7, 白色的边缘)。它是生物分泌的粘液质粘结潜穴壁中细粒物质的痕迹, 用以保持穴居生物的稳定生活, 这方面赖内克 (1973, 1980) [2] 在其著作中有较好描述。五通组虽然成岩作用强烈, 但其潜穴或保留下来的孔洞构造 (当然它们都被充填) 仍然是清楚的。图版 I-5 所示, 是五通组中的塞形潜穴或虫管经冲刷, 再沉积后富集层面。正如冯德利希 (Wunderlich, 1970) [2] 所描述的“有些虫管构造容易被搬运, 并在不同环境里聚集为砂层”。山东胶东黄海沿岸的砂质海岸和渤海周缘的砂质海岸, 在落潮时露出水面的潮间带海滩普见这种丰富的塞形砂质虫管堆积 (图版 I-6)。霍华德 (Howard, 1966, 1972) 等 [4, 5, 6] 认为它是临滨至前滨过渡环境产物。

潜穴不仅能由蠕虫动物造成, 也可由软体动物或棘皮动物等造成。丰富的潜穴和虫管构造均反映五通组石英砂岩在沉积时期并不乏生物的活动, 只是缺少壳体生物或保存条件不佳。实际上, 近几年已经有人在某地的五通组砂岩中采集到实体化石 (私人通信)。

三、相分析和相模式

1. 不具河流环境的相序及模式

五通组虽然自下而上总的表现为由粗变细的正旋回特征, 但它缺乏 5—10 m 左右的向上变细变薄的正韵律, 更不显二元结构。至于“单向水流斜层理”, 实际上是局部的, 或是一组过于平缓的冲洗交错层理。砂岩中的植物化石是再沉积的, 且五通组在苏浙皖地区岩性、岩相和厚度变化均十分稳定, 难于说是河流相。有的话, 也是十分局部, 或属于海陆过渡的三角洲环境, 或在岸线附近偶而有河道切入,

2. 不具湖泊环境的相序及模式

无论是古代和现代湖泊,都是以粘土岩沉积为主夹细碎屑岩,或化学岩及生物化学岩,表现明显的向上变粗层序。这是因湖泊水面收缩而成的反旋回,与标准推进式海相层序相似。但五通组是以砂岩沉积为主的正旋回,无论从岩性、岩相和层序特征都难于将五通组划为湖泊相。有些地层、地史学专著中,认为“苏浙皖地区在晚泥盆世时期是一个古陆区,仅在内部一些规模不同的凹陷中,接受了红色陆相沉积”,仅从巢县地区的五通组沉积相来检验,似欠准确。

3. 具海岸相模式及层序

典型的砂质海岸沉积模式^[4,5,6],自岸向海由海岸砂丘、后滨、前滨、临滨或滨面等亚环境组成。五通组沉积模式与此类似,只是岸后可能出现冲积平原或泻湖等沉积环境(图3)。

五通组大致是一个完整的沉积旋回(图3)。底部砂砾岩段为晚泥盆世海侵开始,因岸线曲折,海面升降频繁,经潮汐波浪改造形成砾石堤或砾石滩。进一步发展为砂质海岸沉积,形成纯净石英砂岩岩系,以进流—退流作用为主,形成发育的冲洗纹层,海滩上生物潜穴很发育,相当于上临滨与前滨的过渡沉积环境。后期海面收缩,出现潮上高岭石粘土泥坪和沼泽化炭质泥坪沉积。由于岸线曲折,间或出现半封闭海湾或泻湖。这些微环境不时为前滨—后滨的粉—细砂质海滩环境所占据。

五通组大套成熟度很高的纯净石英砂岩岩系;发育的冲洗状交错层理;普遍可见的大、中型对称波痕和干涉波痕;单一类型的塞形虫管;再沉积的植物干、茎化石等项沉积特征,均显示其形成于水流往复的高能环境。其相序为滨岸环境的上临滨—前滨—后滨—岸后沼泽化泥坪或泻湖。除下部有短暂的海侵之外,总体是向上变细的、较为特殊的推进式层序。

巢县地区五通组下伏中志留统为海相地层,上覆下石炭统金陵组亦为海相地层。尽管上、下之间均呈平行不整合接触,但终究为海相地层所限。且据研究,宁镇地区五通组与金陵组经常是过渡的。

上述特征显示五通组为海相沉积。尽管证据还不完备,但这种分析有助于对那些“哑层”的重新认识。

参 考 文 献

- [1] Harms, J.C., and Southard, J.B., 1975, Spec. Publ. SEPM-16.
- [2] Reineck H.E., and Singh, I.B., 1973, Depositional Sedimentary Environments, Springer-Verlag.
- [3] 杨式溥、潘江等, 1979, 地质学报, 第53卷, 第3期。
- [4] Riley, J.P., and Hamblin, W.K., 1972, Spec. Publ. SEPM-16, Tulsa.
- [5] Weimer, J.R., 1975, AAPG, Continuing Education Course Note Series, No. 2.
- [6] Walker, R.G., 1984, Facies Models, Geoscience, Canada, Reprint Series-1.

PRELIMINARY APPROACH ON THE SEDIMENTARY FACIES OF THE WUTONG FORMATION IN CHAOXIAN COUNTY, ANHUI

Zhao Chenglin

(Huadong College of Petroleum)

Abstract

The Wutong Formation in the north part of Chaoxian County consists of a large series of highly matured orthoquartzites, in which wedge-shape, trough-shape and characteristic laminated cross-stratification developed, symmetrical and interfering wave ripples and abundant vertical and inclined burrows occurred very often. These characters show that the Wutong Formation is not a continental but marine facies with evident sequences and characters of shore model.

中美合作地震队在大庆外围勘探成效显著

大庆石油管理局雇用美国西方地球物理勘探公司两个地震队，于1985年1月至1987年4月在松辽盆地泰康、古龙地区进行了施工，两年来共完成30次覆盖地震测线5022km。这两个队在管理上采用的做法有：管理机构层次分明，职权明确，各有明确的层次奋斗目标；全年施工，两个队合同天数共1660天，其中生产天数1416天，占合同日历天数的85.3%，平均队月（合同月）完成地震测线93km；实行人员轮休制和设备轮修制；实行职工的兼岗作业，采用合同工、季节工、随机雇工等多种用工形式；既抓生产又抓生活，稳定一线队伍；实行经济独立核算。

野外施工技术上采用如下作法：用地质模型设计采集因素，然后在野外进行试验，实测地面高程；所有测线全部严格采集静校正量数据；用高效防水成型炸药，进行小药量激发；小道距高覆盖次数；测量、钻井、放炮各施工工序保持相对的独立性，一般各工序间隔3—5天，保证了各环节的正常施工。两个队发挥了进口设备的优越性，在沼泽、水域完成地震测线2500多公里，在多年得不到地震资料的地区取得了较好的成果。

地震队以高分辨率为地质目标。资料处理采用了高分辨率处理技术和相对振幅保持技术，在处理中进行了精细处理和反复处理，确保了资料质量。

由于野外采集严格，处理精细，时间剖面的质量较高，主要表现在信噪比较高、分辨率较高、同相轴连续性较好，使构造解释精度有明显提高。例如泉头组以上各反射层构造图可以勾绘10ms的等值线，使构造细节更加清楚，使小于10ms的局部构造可以被勾绘出来，经钻井证实这些构造是存在的，并且可以聚集油气。断点清晰可靠，使断层的可信度大大提高，为合理地进行地质分析提供了可靠的依据。从时间剖面分析在1s左右视频率45—50Hz，可以分辨15m左右的砂层组。例如在泰康工区较好地分辨了萨零油层组，在英台砂岩体前缘带较好地分辨了青山口组中下部的砂岩组。

(何隆运)